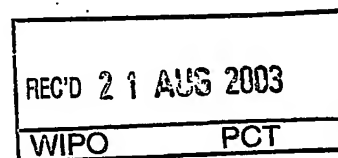


Rec'd PCT/PTO 27 JAN 2005  
FCI/EP J 3 / 08 17 / #2

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 35 269.0

**Anmeldetag:** 01. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Wacker-Chemie GmbH, München/DE

**Bezeichnung:** SiC-Werkstoff mit einer Kohlenstoffeinlagerung in definierten Teilbereichen der Oberfläche und ein Verfahren zu seiner Herstellung

**IPC:** C 04 B 41/80

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

**SiC-Werkstoff mit einer Kohlenstoffeinlagerung in definierten Teilbereichen der Oberfläche und ein Verfahren zu seiner Herstellung**

5 Die Erfindung betrifft einen Metallcarbid-Werkstoff mit definierter Kohlenstoffeinlagerung in definierten Teilbereichen der Oberfläche und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

SiC-Werkstoffe sind aufgrund ihrer hohen Härte und der hier-  
10 durch bedingten Verschleißbeständigkeit, ihrer hohen thermischen Leitfähigkeit, der extrem guten Korrosionsbeständigkeit sowie der überragenden Steifigkeit hervorragend für den Einsatz als Lager und Dichtungen im chemischen Apparatebau geeignet (Bsp. Pumpenbau). Besonders verschleißbeständig sind auch  
15 Bauteile aus Borcarbid ( $B_4C$ ). Ein hoher Reibwert bewirkt jedoch in ungeschmierten oder mangelgeschmierten Gleit- und Reibsystemen (wie Pumpenlager und -dichtungen) einen enormen Temperaturanstieg auf über  $200^\circ C$  binnen weniger Minuten verbunden mit erheblichem Verschleiß an den Gleitflächen und nachfolgend ei-  
20 ner kompletten Zerstörung der Kontaktflächen. Eine dauerhafte Trockenlaufbeständigkeit ist also nicht gegeben.

Um die Temperaturentwicklung im Trockenlauf und bei Mangel-  
schmierung abzumildern, ist es heutiger Stand der Technik dem  
25 SiC einen Festschmierstoff, meist partikulärer Kohlenstoff in Form von Graphit, einzulagern. Werkstoffe dieser Art lassen sich entweder pulvermetallurgisch oder durch Reaktionsbinden herstellen. SiC/Graphit-Werkstoffe die mit einem graphithaltigen SiC-Ausgangspulver pulvermetallurgisch hergestellt wurden,  
30 sind in US 4525461, EP-A-850898 und in DE-A-10111225 beschrieben. Patent US 4525461 beschreibt graphithaltige SiC-Werkstoffe mit einem Grundmaterial aus feinkörnigem gesintertem SiC. Patente EP-A-850898 und in DE-A-10111225 beschreiben gesinterte SiC-Werkstoffe mit grobkörniger, bimodaler Gefügestruktur. Ei-  
35 nen Werkstoff dieser Sorte bietet die Wacker Chemie GmbH, Kempten, Deutschland, unter dem Namen EKasic® G Siliciumkarbid an.

Durch Silicium-Infiltration reaktionsgebundene Si-SiC Werkstoffe sind in der Literatur beschrieben (beispielsweise Handbook of Ceramic Hard Materials, Vol 2, Edt. Ralf Riedel Wiley-VCH(2000)S. 683-748) Der Siliciumgehalt beträgt typischerweise 10-15 vol.-%, selten weniger als 5 vol.-%. Diese Si-SiC Werkstoffe können zusätzlich bis zu 40 vol.-% Graphit aufweisen. In allen genannten graphit-haltigen SiC-Werkstoffen ist der Graphit regellos, homogen im massiven SiC-Grundmaterial verteilt.

Die Trockenlaufbeständigkeit dieser SiC-Werkstoffe kann durch Steigerung des Graphitgehaltes verbessert werden. Verfahrenstechnisch ist jedoch eine Obergrenze des Graphitgehalts bedingt. In gesintertem SiC (S-SiC) kann beispielsweise mehr als 15 vol.-% nur unter erheblicher Einbuße in der Sinterdichte realisiert werden, was zu einer Einschränkung in der Funktionstüchtigkeit von Gleitringdichtungen führt. Aufgrund dieser Limitierung kann den SiC-Werkstoffen in sogenannten hart/hart-Paarungen, bei denen der Werkstoff gegen sich selbst oder gegen andere Hartwerkstoffe in Reibung beansprucht wird, keine dauerhafte Trockenlauffähigkeit attestiert werden.

Eine Alternativlösung zur Einlagerung eines Festschmierstoffs in einen Gleitlagerwerkstoff beschreibt die PCT-Anmeldung WO 02/02956 A1 von SPS Bleistahl. Keramische Gleitlager bekommen nach maschineller Bearbeitung (Drehen, Fräsen und Bohren, z. B. im Grünzustand) einen Festschmierstoff (Graphit, Bornitrid) eingepresst. Nachfolgendes Sintern erlaubt ein Einschrumpfen der meist mehreren Millimeter großen und zylindrischen Festschmierstoffelemente. Nach diesem Verfahren sind keine Einlagerungen beliebiger Form oder Flächendeckung herstellbar, da in die SiC-Bauteile Leerräume gebohrt werden und diese mit Kernen aus Grafit o.ä. bestückt werden. Es eignet sich daher prinzipiell nur für runde Kerne. Die Ausrichtung der zylindrischen Kerne erfolgt bevorzugt senkrecht zur Gleitfläche. Die Flächendeckung des Graphits in der Gleitfläche des hier offenbarten Werkstoffs ist begrenzt. Bei einem zu hohem Anteil an Einlagerungen müssen erhebliche Festigkeits- und Steifigkeits-einbußen des Bauteils hingenommen werden.

Stand der Technik ist es auch, die Gleitreibungspartner mit einer reibungsvermindernden Kohlenstoffschicht zu bedecken. Mit der chemischen Gasphasenabscheidung (CVD) lassen sich auf die Oberfläche diamantartige Kohlenstoffschichten (DLC - Diamond-like Carbon), Diamantschichten oder Graphitschichten aufbringen. Der Abstract zu JP04041590 offenbart die Herstellung eines SiC-Formkörpers mit Graphitschicht unter Verwendung des CVD-Verfahrens.

10

Ein anderes Verfahren für die Herstellung von SiC mit einer geschlossenen Graphitdeckschicht wird in der Patentanmeldung DE 10045339 A1 (EP 1188942 A1) beschrieben. Bei diesem „Hochtemperaturverfahren“ wird die thermische Zersetzung von SiC in Kohlenstoff und verdampfende Si-Phasen bei Temperaturen um 2000°C im Vakuum ausgenutzt. Die Oberfläche des SiC's wird dabei nicht mit einer geschlossenen Kohlenstoffschicht bedeckt, sondern in eine solche umgewandelt. Die entstandene Schicht liegt dabei (teil-) kristallin mit hohem Graphitanteil vor.

20

Ein anderes Verfahren zur Herstellung von SiC mit geschlossenen Graphitdeckschichten basiert auf dem sogenannten Chlorgas-Verfahren. Dabei wird ausgenutzt, dass Siliciumcarbid mit Hilfe eines Halogen-haltigen Gases, wie beispielsweise Chlor, bei Temperaturen oberhalb 800°C in Siliziumphasen (Siliziumtetrachlorid) und Kohlenstoff zersetzt werden kann. Diese Reaktion ist seit 1914 bekannt und wird in Standardwerken der Materialwissenschaft erwähnt. (Encyclopedia of Advanced Materials, Pergamon Press, page 2455-2461, 1994). In der Literatur wird beschrieben, dass je nach Konzentration des Halogen-haltigen Gases, der Temperatur und Zeit des Prozesses der resultierende Kohlenstoff als Diamant, diamant-ähnlicher Kohlenstoff, Graphit oder amorpher Kohlenstoff auf der Oberfläche von Metallecarbiden, insbesondere SiC, verbleibt (Y. G. Gogotsi, I. Jeon and M.J.McNallan, Carbon coatings on silicon carbide by reaction with chlorine-containing gases, J.Mater. Chem. 1997, 7(9), p. 1841-1848 und WO 01/16054 vom 1.9.1999). Als geeignete Rahmenbedingungen wird die Auslagerung in einem mit 2% - 3,5 Gew.-% Chlor angereichertem Gas bei Temperaturen von 800°C

25

30

35

-1200°C und Drücken von 0 - 100 Atmosphären genannt. Ähnlich wie in DE 10045339 A1 (EP 1188942 A1) verbleibt der Kohlenstoff als eine geschlossene Deckschicht auf dem SiC.

5 Bedingt durch ihr Haftvermögen, ihren begrenzten Schichtdicken und der limitierten Temperaturstabilität weisen geschlossenen Diamant- und DLC- Deckschichten im Trockenlauf nur eine begrenzte Lebensdauer auf, meist im Bereich weniger Minuten bis zu einigen Stunden. Die geschlossenen Graphitdeckschichten  
10 weisen zwar Vorteile hinsichtlich Temperaturbeständigkeit und Reibverluste auf, verschleißten aber aufgrund einer geringen Härte entsprechend schnell.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Werkstoff zur  
15 Verfügung zu stellen, der einer tribologischen Belastung besser standhält als ein bekannter SiC-basierter oder B<sub>4</sub>C-basierter Werkstoff oder als ein Werkstoff mit einer reibungsvermindernden, geschlossenen Deckschicht.

20 Die Aufgabe wird gelöst durch einen Werkstoff mit einer Oberfläche auf Basis eines Metallcarbids, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche in definierten Bereichen bis in eine Tiefe von 0,01 bis 100 µm mit einer Schicht aus Kohlenstoff versehen ist.

25 Die Formulierung „auf Basis eines Metallcarbids“ bedeutet im Sinne der vorliegenden Erfindung, dass in das Metallcarbid auch eine oder mehrere amorphe und/oder kristalline Phasen eingelagert sein können. Bei der amorphen und/oder kristallinen Phase handelt es sich beispielsweise um Silizium oder Yttrium-Aluminium-Granat. Solche Werkstoffe auf Basis eines Metallcarbids, aber ohne die erfindungsgemäß vorhandene Schicht aus Kohlenstoff an der Oberfläche in definierten Bereichen bis in eine Tiefe von 0,01 bis 100 µm sind Stand der Technik (Reaktionsgebundenes SiSiC, flüssigphasengesintertes SiC oder  
35 Borcarbid). Bevorzugterweise ist die mit einer Schicht aus Kohlenstoff versehene Oberfläche des Werkstoffs plan.

Bei dem Metallcarbid handelt es sich bevorzugt um SiC. Bei dem Werkstoff mit SiC Oberfläche handelt es sich vorzugsweise um einen SiC-Sinterkörper oder einen Körper aus reaktionsgebundenem Si-SiC oder um eine SiC-Deckschicht auf einem beliebigen Substrat.

Besonders bevorzugt ist ein SiC-Sinterkörper mit 0- 15 vol.-% Porosität.

Der SiC-Sinterkörper besteht vorzugsweise aus gesintertem SiC (einschließlich rekristallisiertem SiC) mit 0-30 Gew.-% einer oder mehreren Fremdphasen. Als Fremdphase sind beispielsweise Silicium und Yttrium-Aluminium-Granat erlaubt. Der Gehalt an Fremdphasen sollte so gering wie möglich sein. Besonders bevorzugt sind SiC-Sinterkörper mit einem Fremdphasenanteil < 5 gew.-%.

Der SiC-Sinterkörper besteht insbesondere besonders bevorzugt aus gesintertem SiC.

Das gesinterte SiC enthält bis zu 2 Gew.-% Bor und/oder Al-dotiert und weist 0-2 Gew.-% freien, partikulären Kohlenstoff auf. Das gesinterte SiC hat bevorzugter Weise eine grobkörnige, bimodale Gefügestruktur mit einer Korngröße zwischen 1 µm und 1500 µm.

Bei dem Kohlenstoff der die erfindungsgemäße Schicht in definierten Teilbereichen der Oberfläche bis in eine Tiefe von 0,01 bis 100 µm bildet, handelt es sich vorzugsweise um amorphen Kohlenstoff, teilkristallinen Kohlenstoff, Graphit, diamantartigen Kohlenstoff, Diamant oder Gemische daraus. Bevorzugt handelt es sich um einen graphit-haltigen Kohlenstoff. Besonders bevorzugt handelt es sich um Graphit.

Die erfindungsgemäß vorhandenen Kohlenstoff-Teilbereiche der Oberfläche haben eine beliebige aber jeweils erwünschte, vordefinierte Gestalt. Beispiele für die Form der Teilbereiche sind Streifen, Kreisflächen, Sicheln, oder ähnliches. Fig. 1 und 2 zeigen exemplarisch einige Beispiele für Kohlenstoff-

Teilbereiche auf einer SiC-Oberfläche. Die Flächenanteile der Kohlenstoffeinlagerungen mit vordefinierter Gestalt beträgt in tribologisch hoch belasteten Oberflächenbereiche 0,1 - 99 Flächenprozent, bevorzugt 5 - 95%, besonders bevorzugt 15 - 90 %, insbesondere bevorzugt 25 - 80 %.

Vorzugsweise beträgt die Dicke der Kohlenstoffelemente 0,01 - 50 µm.

Die geometrische Form der Graphiteinlagerungen wird idealer Weise so gewählt, dass eine besonders effiziente Schmierung in der Gleitfläche gegeben ist.

Das zwischen den Kohlenstoffeinlagerungen an der Oberfläche verbleibende SiC stellt abrasiv schwer zu entfernende Traganteile dar, womit das Abtragsverhalten des erfindungsgemäßen Werkstoffs im Vergleich zu einer geschlossenen Graphitdeckschicht erheblich verbessert wird.

Beispiele für erfindungsgemäße Werkstoffe sind SiC-basierte Gleitlager und -Gleitringdichtungen, die lokal an den Stellen der Oberfläche, an denen die tribologische Belastung am höchsten ist, derart konzentriert mit einer Graphitschicht versehen sind, dass auch unter extremster Flüssigkeitsmangelschmierung oder im Trockenlauf eine Feststoffschmierung gewährleistet ist und eine Schädigung infolge eines Temperaturanstiegs ausbleibt.

Die hier für einen SiC-Sinterkörper/SiC-Oberflächen getroffenen Aussagen gelten analog für andere Metallcarbid-Sinterkörper/Metallcarbid-Oberflächen.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Sinterkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkstück mit einer Metallcarbid-Oberfläche in Anwesenheit eines Reaktionsgases oder in einem Vakuum mittels einer Strahlungsquelle in einem definierten Bereich seiner Oberfläche derart erhitzt wird, dass es in diesem Bereich zu einer lokalen Umwandlung des Metallcarbids in Kohlenstoff kommt.

Bei dem Metallcarbid handelt es sich bevorzugt um SiC. Die im Folgenden für SiC dargelegten Ausführungen gelten analog für andere Metallcarbide.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine hohe Flexibilität bezüglich der Gestaltung von Graphitflächen und deren Verteilung in einer SiC-Oberfläche. So können durch das erfindungsgemäße Verfahren SiC-basierte Gleitlager und -

10 Gleitringdichtungen lokal an den Stellen, an denen die tribologische Belastung am höchsten ist, derart konzentriert mit Graphit versehen werden, dass stets eine ausreichende Feststoffschmierung -auch unter extremster Flüssigkeitsmangel-  
15 schmierung oder im Trockenlauf- gewährleistet ist und eine Schädigung infolge eines überhöhten Temperaturanstiegs ausbleibt.

Als Ausgangsmaterial für das erfindungsgemäße Verfahren ist jedes beliebige Metallcarbid, vorzugsweise jeder beliebige SiC  
20 Werkstoff geeignet. Ebenso geeignet sind Materialien die eine SiC-Deckschicht auf einem beliebigen Substrat tragen. Beide Materialien sind im Folgenden unter SiC-Material zu verstehen.

In einer Verfahrensvariante wird das SiC-Material mit Hilfe  
25 einer Strahlquelle lokal bestrahlt und so in den vordefinierten Bereichen auf 600-1200°C erhitzt und die SiC-Oberfläche dabei einem Reaktionsgas ausgesetzt, wobei das Reaktionsgas derart beschaffen ist, dass es in dem vorgegebenen Temperaturbereich das Silizium der Siliziumkarbid-Keramik herauszulösen  
30 vermag und Kohlenstoff zurücklässt.

Das mit der Strahlquelle bestrahlte SiC-Material kann selbst bereits vorerhitzt sein. Der durch die Bestrahlung erzeugte Kohlenstoff liegt in Form von amorphem oder teilkristallinem  
35 Kohlenstoff, Grafit, Diamant oder einer anderen Modifikation oder eines Gemisches dieser Varianten vor.

Als Reaktionsgas wird vorzugsweise ein mit einem Halogen oder Halogengemisch (Fluor, Chlor, Brom, Jod oder Gemische daraus)



versetztes inertes Trägergas verwendet. Als Halogen wird Chlor bevorzugt. Als inertes Trägergas wird vorzugsweise Argon Helium, Krypton oder Stickstoff, besonders bevorzugt Argon verwendet.

5

Um die Bildung bestimmter Kohlenstoffmodifikationen zu stimulieren, kann dem Reaktionsgas als Additiv zusätzlich Wasserstoff in Mengen von 0,1 bis zu 99 Gew.-%, bevorzugt 0,1 bis 10 gew.-% zugegeben werden.

10

Alternativ kann die mit einer Strahlquelle bestrahlte Oberfläche auch einem Vakuum ausgesetzt werden, wobei die lokale Temperatur dann mit Hilfe der Strahlungsquelle lokal auf mehr als 1600°C und weniger als 2200°C erhitzt wird. In diesem Falle zersetzt sich SiC ohne Beteiligung fremder Elemente in Silizium und Kohlenstoff.

15

Als Strahlquelle können beispielsweise ein Laser, eine Mikrowelle oder ein Elektronenstrahl dienen. Es wird vorzugsweise ein Laser verwendet. Idealerweise ist an den Laser eine Scanneroptik angeschlossen. Die Scanneroptik dient zur besonders schnellen Führung des Laserstrahls. Als Laser werden Neodym-YAG-Laser oder CO<sub>2</sub>-Laser bevorzugt. Besonders bevorzugt wird ein Neodym-YAG-Laser eingesetzt.

20

25

Die Verfahrensparameter für den Laser, insbesondere Lampenstrom, Pulslänge, Pulspause, Fokuslänge, und Bestrahlungszeit können über einen weiten Bereich variiert werden. Ein möglicher Parametersatz besteht beispielsweise in 540 mA Lampenstrom, 0.32 ms Pulslänge, 18.4 ms Pulspause, 150 mm Fokuslage und 20 s Bestrahlungsdauer.

30

Die lokale Bestrahlung mit einem Laser, insbesondere unter Verwendung einer Scanneroptik ermöglicht es, beliebige Bereiche einer Siliziumkarbid-Oberfläche in Kohlenstoff umzuwandeln. Der Geometrie und dem Flächengehalt sind dabei keine Grenzen gesetzt.

35

Neben dünnwandigen SiC-Bauteilen können auch SiC-Deckschichten auf einem Substrat mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lokal in beliebiger Form und zu beliebigen Volumenanteilen komplett in Kohlenstoff umgewandelt werden.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Herstellung tribologisch hoch belastbarer und zudem dauerhaft trockenlauffähiger SiC-Werkstoffoberflächen, beispielsweise für Gleitlager und hart/hart-gepaarte Gleitringdichtungen. Bauteile aus diesem Werkstoff werden auch den Anforderungen nach hoher Bauteilsteifigkeit, -festigkeit und Temperaturstabilität gerecht. Als Anwendungen ergeben sich trockenlauffähige Gleitlager, trockenlauffähige Gleitringdichtung, trockenlauffähige Kolbenpumpe, Kompressoren und Ventillagerungen.

15

Fig. 1 zeigt schematisch zwei komplementäre Beispiele eines erfindungsgemäßen SiC Sinterkörpers mit 50% Flächendeckung. Mit 1 ist die Metallcarbidge-Oberfläche gekennzeichnet, mit 2 die Kohlenstoff-Einlagerungen.

20

Fig. 2 zeigt schematisch Beispiele von SiC-Oberflächen mit strukturierten Kohlenstoff- (Graphit-) Einlagerungen.

25

Fig. 3 zeigt schematisch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für die lokale Umwandlung von SiC in Graphit. In einer Kammer mit einem Reaktionsgas (1) und einem Glasfenster (2) ist ein gegebenenfalls vorerhitzter Werkstoff mit SiC-Oberfläche (3) ausgelagert. Mit einem Laser (4) wird die Oberfläche lokal erhitzt und eine Umwandlung in Kohlenstoff (5) stimuliert.

30

Die folgenden Beispiele dienen der weiteren Erläuterung der Erfindung.

35 Beispiel 1: Ein Axiallager aus feinkörnig gesintertem S-SiC (EKasic® F Siliciumkarbid), käuflich erhältlich bei Wacker Chemie GmbH, München, Deutschland, wird in einer Reaktionskammer einem Gas aus Ar/2% Chlor ausgesetzt. Die Stirnseite der Buchse (Durchmesser außen 32 mm, Durchmesser innen 18 mm) wird

mit einem Nd-YAG-Laser (1,06  $\mu\text{m}$  Wellenlänge) lokal auf 800°C erhitzt. Der Strahl wird so geführt, dass Kreisflächen aus Graphit-haltigem Kohlenstoff mit einem Durchmesser von 500  $\mu\text{m}$  gleichmäßig verteilt in der Oberfläche der axialen Belastungsfläche entstehen. Der Flächenanteil des Graphits liegt bei 75%. Die Dicke der Kohlenstoffeinlagerungen beträgt 5  $\mu\text{m}$ .

Beispiel 2: Eine Gleitlager-Wellenschutzhülse aus grobkörnig gesintertem S-SiC (EKasic® C Siliciumkarbid), käuflich erhältlich bei Wacker Chemie GmbH, Kempten, Deutschland, wird in einer Reaktionskammer auf eine rotierende Welle gelagert und mit einem Gas aus Ar/2% Chlor überströmt. Ein Nd-YAG-Laser (1,06  $\mu\text{m}$  Wellenlänge) erhitzt das Bauteil lokal auf 1000°C und induziert dort eine Umwandlung in Graphit-reichen Kohlenstoff. Der Laser und das Gleitlager werden so geführt, dass eine spiralförmige Spur aus Graphit-haltigem Kohlenstoff mit einer Breite von 2 mm in der Oberfläche der SiC-Wellenschutzhülse entsteht. Die Dicke der Kohlenstoffeinlagerung beträgt 5  $\mu\text{m}$ .

Beispiel 3: Ein Gleitring aus feinkörnig gesintertem S-SiC (EKasic® F Siliciumkarbid, Wacker Chemie GmbH, München, Durchmesser innen 44 mm, Wandstärke 4 mm) wird mit einer zweiten Laserquelle in der Reaktionskammer auf 400°C vorgeheizt. Die Probe wird mit einem Reaktionsgas bestehend aus Argon mit 2% Chlor/ 2% H<sub>2</sub> überströmt. Der Nd-YAG (1,06  $\mu\text{m}$ )-Primärlaser erhitzt die Gleitfläche lokal auf 900°C. Dieser Primärlaser wird so geführt, dass Dreiecksflächen am Innenrand entstehen. Orientierung und Abstand der Dreiecke ist so gewählt, dass am Innenrand die Flächenbelegung mit graphit-haltigem Kohlenstoff 80% beträgt. Die Einlagerungen reichen bis in eine Tiefe von 10  $\mu\text{m}$ .

Beispiel 4: Ein Gleitring einer Abmessung wie in Beispiel 3 aus grobkörnig gesintertem S-SiC mit partikulären Graphiteinlagerungen (erhältlich unter der Bezeichnung EKasic® G Siliciumkarbid, bei Wacker Chemie GmbH, München, Deutschland) wurde, wie in Bsp. 3 beschrieben, behandelt. Durch die zusätzlichen Graphitpartikel im Grundwerkstoff steigt der Kohlenstoff-

Gehält in der SiC-Oberfläche nahe des Innenrandes des Gleit-  
rings auf über 80 % an. Die Graphitpartikel des Grundwerk-  
stoffs sind in die entstandene Graphiteinlagerungen eingebet-  
tet.

5

Beispiel 5: Ein feinkörniger Gasdichtungsring aus Flüssigpha-  
sen-gesintertem SiC mit Yttrium-Aluminium-Granat als kristal-  
line Sekundärphase (EKasic® T Siliciumkarbid), Durchmesser in-  
nen 200 mm, Wandstärke 30 mm wird in der Reaktionskammer einem  
10 strömendem Gasgemisch aus Argon mit 2% Chlor/ 2% H<sub>2</sub> ausgesetzt.  
Ein Nd-YAG-Primärlaser erhitzt die Gleitfläche lokal auf  
1000°C. Der Primärlaser wird so geführt, dass Linien einer  
Breite von 50 µm vom Außenrand radial nach innen verlaufen.

### Patentansprüche

1. Werkstoff mit einer Oberfläche aus Metallcarbid, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche in definierten Bereichen bis in eine Tiefe von 0,01 bis 100 µm mit einer Schicht aus Kohlenstoff versehen ist.
2. Werkstoff gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallcarbid SiC ist.
3. Werkstoff gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem SiC um einen SiC-Sinterkörper oder um reaktionsgebundenes Siliziumcarbid oder um eine SiC-Deckschicht auf einem beliebigen Substrat handelt.
4. Werkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche zu 0,1 - 99, bevorzugt zu 5 - 95, besonders bevorzugt zu 15 - 90, insbesondere bevorzugt zu 25 - 80 Flächenprozent aus Kohlenstoff besteht.
5. Werkstoff gemäß Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Kohlenstoff um amorphen Kohlenstoff, teilkristallinen Kohlenstoff, Graphit, Diamant oder einer Mischung aus diesen handelt.
6. Werkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Kohlenstoffschicht 0,01 - 50 µm beträgt.
7. Verfahren zur Herstellung eines Sinterkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkstoff mit einer Metallcarbid-Oberfläche in Anwesenheit eines Reaktionsgases oder in einem Vakuum mittels einer Strahlungsquelle in einem definierten Bereich seiner Oberfläche derart erhitzt wird, dass es in diesem Bereich zu einer lokalen Umwandlung des Metallcarbids in Kohlenstoff kommt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallcarbid mit Hilfe einer Strahlungsquelle lokal bestrahlt und dabei auf 600-1200°C erhitzt wird und die Metallcarbid-Oberfläche dabei einem Reaktionsgas ausgesetzt wird, wobei das Reaktionsgas derart beschaffen ist, dass es in dem vorgegebenen Temperaturbereich das Metall der Metallcarbid-Keramik herauszulösen vermag und Kohlenstoff zurücklässt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Reaktionsgas ein mit einem Halogen versetztes inertes Trägergas verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Halogen Chlor und als inertes Trägergas Argon verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mit einer Strahlungsquelle bestrahlte Oberfläche lokal auf mehr als 1600°C und weniger als 2200°C erhitzt wird und einem Vakuum ausgesetzt wird, wobei sich Metallcarbid ohne Beteiligung fremder Elemente in Metall und Kohlenstoff zersetzt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Strahlungsquelle ein Laser verwendet wird.

### Zusammenfassung

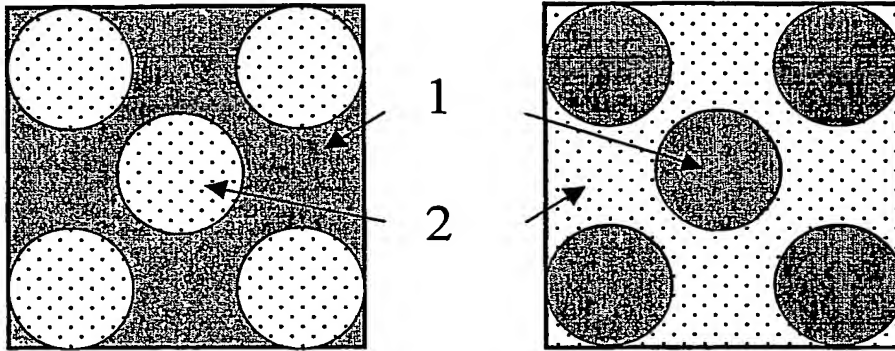
SiC-Werkstoff mit einer Kohlenstoffeinlagerung in definierten Teilbereichen der Oberfläche und ein Verfahren zu seiner Herstellung

5

Werkstoff mit einer Oberfläche aus Metallcarbid, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche in definierten Bereichen bis in eine Tiefe von 0,01 bis 100  $\mu\text{m}$  mit einer Schicht aus Kohlenstoff versehen ist.

10

Figur 1:





Figur 2:.

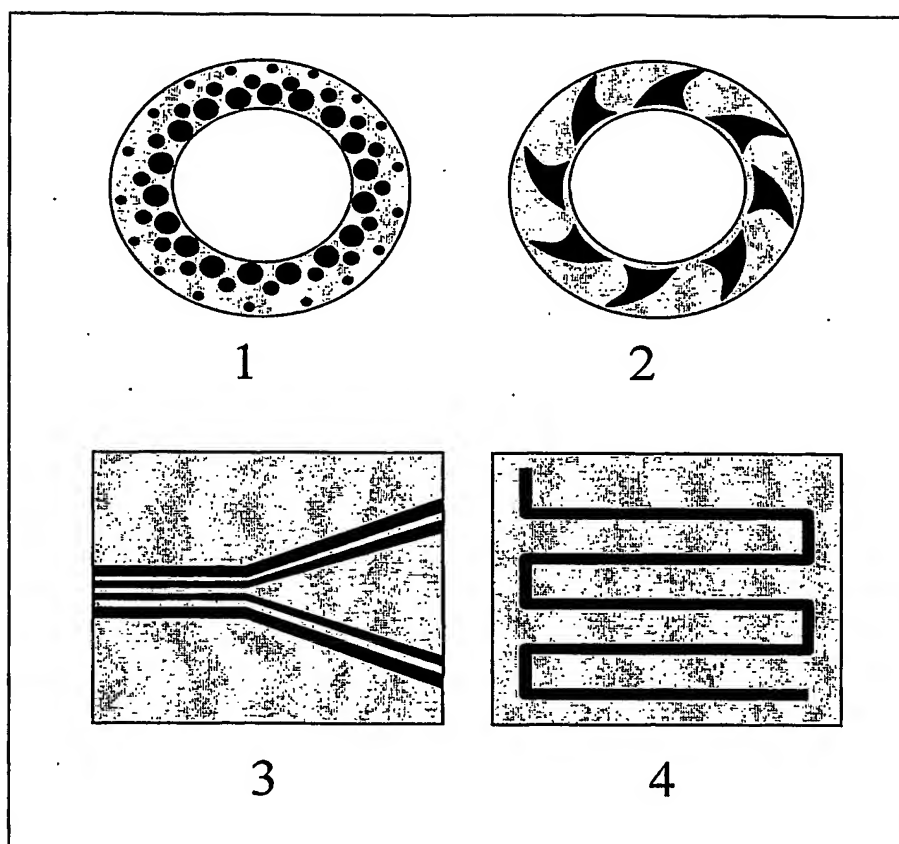
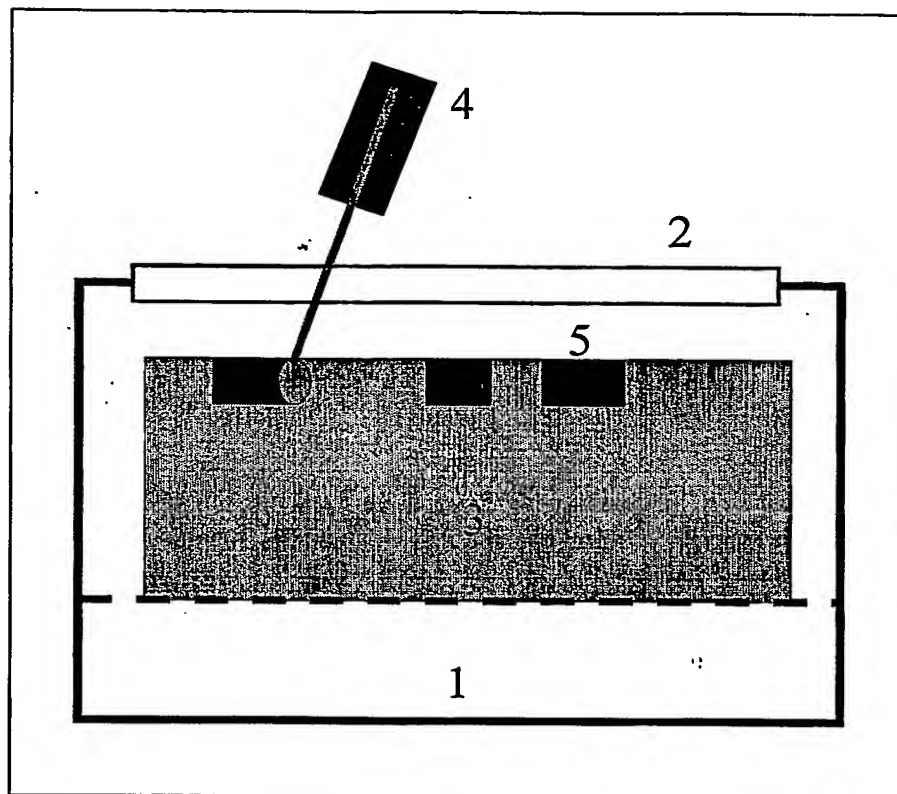


Fig. 3

5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**